

$E \rightarrow Y$  – решающая функция, последовательность  $(\pi_0, \pi)$  – стратегия, определяющая правило выбора управлений в каждый момент пробега  $l = 0, 1, \dots$

Стратегия  $\pi$  в период  $\tau$  определяет средний выигрыш, рассматриваемый на достаточно большом промежутке пробега  $L$  ( $\pi$  – стационарная стратегия):

$$Y(\pi^\infty)(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} M^{(\pi, \tau)} \sum_{l=0}^{n-1} (X_l, Y_l, \tau), \quad x \in E. \quad (6)$$

Разработку и реализацию программного обеспечения оперативно-го управления работоспособностью АТС предлагается осуществлять в следующей последовательности:

- составление и отработка программ для вычисления оптимальных стратегий управления работоспособностью АТС (системы, подсистем и элементов);
- численное решение задач синтеза оптимальных режимов управления работоспособностью систем, подсистем и элементов АТС.

1.Кравченко А.П., Гогайзель А.В., Малык В.Р. Методы интенсивного обеспечения работоспособности автомобильных прицепов. – К.: УМК ВО, 1990. – 116 с.

2.Гогайзель А.В., Кравченко О.П. Оперативне управління роботоздатністю авто-транспортних засобів: теорія і практика. – Луганськ: СНУ, 2000. – 128 с.

3.Основы технической диагностики. В 2-х кн. Кн.1. Модели объектов, методы и алгоритмы диагноза / Под ред. П.П.Пархоменко. – М.: Энергия, 1976. – 464 с.

4.Баранов В.В. Оптимизационные методы последовательных приближений в Марковских процессах решений // Кибернетика. – 1985. – №4. – С.103-111.

5.Павлов В.А., Муканов С.А. Транспортные прицепы и полуприцепы. – М.: Воен-издат, 1981. – 191 с.

*Получено 24.04.2009*

УДК 621.878

Ф.В.ДЕМШКАН, канд. техн. наук, В.В.НІЧКЕ, д-р техн. наук,

І.В.РИБАЛКО, канд. техн. наук

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТИПОРОЗМІРНОГО РЯДУ МОДУЛЬНИХ МАШИН**

Розглянуто питання формування опору різання випадковим потоком елементарних актів руйнування.

Рассмотрены вопросы формирования сопротивления резания случайным потоком элементарных актов разрушения.

The problems of forming cutting resistance with the casual stream of elementary destruction acts are considered.

*Ключові слова:* модульні машини, двомодульна система, енергомодулі, зниження експлуатаційних витрат.

Формування машин з функціональних модулів дозволяє істотно розширити номенклатуру компонувальних рішень базових тягових засобів, діапазон технічних параметрів створюваних конструкцій. Формалізація процедур проектування функціональних модулів, об'єднання їх в агрегати та «модуль – виріб» забезпечує широке застосування систем автоматичного проектування і відпрацьовування конструкторської документації. Досвід створення базових засобів класу 6 кН свідчить, що при зміні тільки рами і компоновки органів керування можна одержати як транспортні, з переднім і заднім розташуванням вантажних платформ, так і енергетичні модулі з широким шлейфом технологічного устаткування [1].

При створенні багатофункціональних машин доцільною є розробка двомодульних конструкцій, що складаються з енергетичного й технологічного модулів. Енергетичний модуль включає силову установку, трансмісійний блок, кабіну з органами керування й ходове устаткування. Технологічний модуль складається з рами, керованого мосту й навісного технологічного устаткування, що визначає функціональні й технічні можливості машини. Можливі інші варіанти агрегування енергетичного й технологічного модулів залежно від конструкції енергомодуля, але в будь-якому випадку складові двомодульних машин назовемо модулями першого рівня. Як енергомодуль, так і технологічні модулі (модулі першого рівня) у свою чергу створюються на базі модулів другого рівня; можливі модулі третього й більше рівнів аж до нормалізованих і стандартних виробів, однак ми розглянемо головним чином модулі першого і другого рівнів, тому що така побудова є характерною для більшості мобільних машин.

Найважливішим елементом при проектуванні модулів є встановлення їхніх вихідних параметрів. Для модульних конструкцій землерийно-транспортних машин (ЗТМ), враховуючи особливості їх навантаження, доцільно вибирати головні параметри за величиною робочого навантаження технологічного модуля. Так, для технологічного модуля бульдозерного устаткування головним навантажувальним параметром є навантаження на відвалі машини, що визначається тяговим класом силового модуля.

Для встановлення характеристик машин у параметричному ряді розглянемо об'єкти ряду, складеного відповідно до головного навантажувального параметра, при співвідношенні

$$P_{M \min} \leq P_{M \text{ nom}} \leq P_{M \text{ Кр}} / K_P, \quad (1)$$

де  $P_{M \min}$  – мінімальне значення параметра для машини;  $K_P$  – коефіцієнт ряду;  $P_{M \text{ nom}}$  – номінальний навантажувальний параметр обраної машини;  $P_{M K_P}$  – граничне значення навантажувального параметра машини.

Якщо розглядати двомодульну систему, що складається з енергомодуля й технологічного модуля, ресурс енергомодуля визначається енергетичними витратами на роботу технологічного модуля.

При агрегуванні з технологічними модулями більшої потужності, ресурс енергомодуля зменшується, і хоча вартість його нижче вартості енергомодуля, призначеного для роботи з  $P_M = P_{M K_P}$ , витрати на експлуатацію зростають. Зі зниженням навантажень, тобто при агрегуванні з технологічними модулями з  $P_M = P_{M \min}$  ресурс енергомодуля підвищується, однак вартість його вище, ніж вартість енергомодуля, спеціально виготовленого для таких навантажень, і в підсумку витрати теж зростають. Розглядаючи наступне значення  $P'_{\min}$  і повторюючи розрахунок, можна побудувати, згідно з [2], параметричний ряд енергомодулів.

При цьому зміну напрацювання на відмову або ресурсу енергомодуля тільки за рахунок застосування модульної конструкції можна записати у вигляді:

$$t_3 = t_M - t_T, \quad (2)$$

де  $t_3$  – зміна величини ресурсу;  $t_M$  – ресурс при модульному виконанні машини;  $t_T$  – ресурс при традиційному агрегуванні з технологічним модулем, що має номінальний навантажувальний параметр. Якщо позначити як коефіцієнт збільшення навантаження  $K_H$  відношення діючого навантаження до номінальної її величини, то

$$t_3 = t_M (1 - 1/K_H). \quad (3)$$

Згідно з [2], величина  $K_H$  визначається як

$$K_H = a_M (P_E / P_T)^{m_E}, \quad (4)$$

де  $a_M$  – коефіцієнт, що враховує особливості навантаження енергомодуля і технологічного модуля;  $P_E$  – максимальне навантаження, яке створюється енергомодулем (навантажувальний параметр енергомодуля);  $P_T$  – навантажувальний параметр технологічного модуля;  $m_E$  – показник залежить від математичної моделі опису процесу втрати працездатності, може бути показник кривої Веллера  $\sigma^m N = \text{const}$ , або при інших моделях, відповідний параметр моделі. При роботі енергомодуля з технологічним з  $P_T = P_{M \text{ nom}}$

$$K_{H\ nom} = a_M \left( P_{E\ nom} / P_{T\ nom} \right)^{m_E}. \quad (5)$$

При роботі з  $P_T = P_{TKP} = P_{T\ nom} K_P$

$$K_{H\ KP} = a_M \left( P_{E\ nom} / P_{T\ nom} K_P \right)^{m_E}. \quad (6)$$

Звідси

$$K_{H\ KP} = \frac{K_{H\ nom}}{K_P^{m_E}}. \quad (7)$$

Тоді зміна ресурсу становить:

$$t_{3\ nom} = t_M \left( 1 - \frac{1}{K_{H\ nom}} \right), \quad (8)$$

$$t_{3\ KP} = t_M \left( 1 - \frac{K_P^{m_E}}{K_{H\ nom}} \right). \quad (9)$$

Витрати ресурсу при агрегуванні технологічного модуля більшої потужності з енергомодулем номінальної потужності визначаються залежністю (9).

Втрати економічного ефекту внаслідок зниження ресурсу

$$E_{\Pi} = \sum_1^K E_P n_M t_M \frac{K_P^{m_E}}{K_{H\ nom}}. \quad (10)$$

Ефект від зниження експлуатаційних витрат за рахунок застосування енергомодуля з  $P = P_{nom}$  для агрегування з технологічним модулем  $P = P_{KP}$

$$E = \left[ \sum_1^K \left( 3_{Ti} \frac{B_{Ei}}{B_{Ti}} - 3_{nom\ Ei} \right) A_C - \sum_1^K \left( 3_{Ti} \frac{B_{Ei}}{B_{Ti}} - 3_{KP\ Ei} \right) A_C \right] F, \quad (11)$$

де  $3_{Ti}$ ,  $3_{Ei}$  – річні наведені витрати при агрегуванні  $i$ -го технологічного модуля  $T_i$  з енергетичним;  $B_{Ti}$ ,  $B_{Ei}$  – кількість робочих машин відповідно технологічних і енергетичних;  $A_C$  – річний обсяг впровадження енергомодулів;  $F$  – коефіцієнт підсумовування річних економічних ефектів за термін служби енергомодуля;  $E_P$  – річний економічний ефект від впровадження технологічного модуля  $j$ -го виду до енергомодуля;  $t_3$  – витрати ресурсу при агрегуванні  $j$ -го виду машини з енергомодулем;  $K$  – кількість видів технологічних машин, агрегованих з енергомодулем;  $n_{Mj}$  – річний випуск машин  $j$ -го виду. Перша складова у виразі (11) представляє ефект, який одержують у процесі

експлуатації, друга – ефект від застосування модульних конструкцій, розглянутий дещо раніше. Прирівнюючи вирази (10) і (11), одержуємо

$$\sum_1^K I_P n_M t_{3nom} (K_P^{m_i} - 1) = \sum_1^K (3_{KpEi} - 3_{nomEi}) A_C F. \quad (12)$$

У загальному вигляді рівняння (12) вирішується за допомогою ЕОМ у зв'язку з тим, що  $3_{KpEi} = f(K_P, 3_{nomEi})$ . Для попередніх розрахунків можна вважати, що в деяких межах зміни можна прийняти  $3_{KpEi} = const$  і обчислити його значення. Тоді коефіцієнт ряду  $K_P$

$$K_P = \left[ 1 + \frac{\sum_1^K (3_{KpEi} - 3_{nomEi}) A_C F}{\sum_1^K E_P n_M t_{3nom}} \right]^{\frac{1}{m_E}}. \quad (13)$$

Якщо вважати, що річні витрати модульних машин пропорційні силовим (ваговим) показникам енергомодуля, то можна записати  $3_E = a P_E$ , і відповідно

$$3_{Kp} - 3_{nom} = K_P 3_{nom} - 3_{nom} = (K_P - 1) 3_{nom}. \quad (14)$$

Тоді сумарний ефект можна записати

$$E = \sum_1^K E_P n_M t_{3i} \frac{K_P^{m_E} - 1}{K_{Hnom}} - \sum_1^K 3_{nomi} (K_P - 1) A_C F. \quad (15)$$

Диференціюючи і прирівнюючи до нуля вираз (15), після деяких перетворень одержимо

$$K_P = \left[ \frac{\sum_1^K 3_{nomi} A_C F}{m_E \sum_1^K E_P n_M t_{3i} K_{Hnom}^{-1}} \right]^{\frac{1}{m_E - 1}}. \quad (16)$$

Таким чином, коефіцієнт ряду визначається залежно від економічного ефекту і зниження експлуатаційних витрат за рахунок застосування енергомодулів для агрегування з технологічними модулями.

Отриманий вираз дозволяє будувати ряд енергомодулів і на цій основі ряди технологічних модулів. Це дозволить ліквідувати широкую різноманітність енергомодулів і засобів функціонального технологічного забезпечення, допоможе системно підійти до створення високо-ефективних, надійних, універсальних двомодульних машин.

1.Кириченко І.Г. Сучасні принципи створення засобів механізації дорожньо-будівельних робіт. – К.: УМК В, 1989. – 71 с.

2.Міжгалузева уніфікація й агрегатування самохідних машин-знарядь і автотранспорту / За ред. В.В.Бойцова. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 448 с.

*Отримано 17.04.2009*

УДК 677.72

І.Г.МІРЕНСЬКИЙ, д-р техн. наук

*Харківська національна академія міського господарства*

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ СТАЛЕВИХ КАНАТІВ**

Обґрунтовано новий підхід вибору параметрів звивки сталок канату на основі втомних досліджень дротів різного діаметра та характеристики міцності. Наведено результати порівняльних випробувань у лабораторних і виробничих умовах дослідних зразків сталок і сталевих канатів, впровадження яких сприяє підвищенню їх стійкості

Обоснован новый подход к выбору параметров свивки прядей каната на основе усталостных испытаний проволок разного типоразмера и прочностной характеристики. Приведены результаты сравнительных испытаний в лабораторных и производственных условиях опытных образцов прядей и стальных канатов, внедрение которых способствует повышению их стойкости.

New approach of rope strands winding parameters choice is grounded on the basis of fatigues tests wire different typesize and durability description. The results of comparative tests are resulted in the laboratory and productions terms of pre-productions models of strands and steel ropes introduction of which is instrumental in the increase of their firmness.

*Ключові слова:* сталеві канати, довговічність, підйомно-транспортне обладнання, сталки, параметри звивки.

Сталеві канати уявляють собою багатодротовий композит, технічний стан якого суттєво впливає на безвідмовність роботи підйомно-транспортного обладнання різного призначення, зокрема на підприємствах житлово-комунального господарства. Напрацювання його залежить від фізико-механічних характеристик вихідного матеріалу, технології виготовлення та умов експлуатації. Основною причиною виходу з ладу гнучких виробів є руйнування від втомленості їх елементів за рахунок дії сукупності навантажень різного характеру та динамічного коливання всієї системи. Одним із шляхів підвищення довговічності сталевих канатів є правильний вибір параметрів звивки дротів з урахуванням конструкції та режимів експлуатації. Проблема, що розглядається, є багатогранною, вона порушує розгляд комплексу задач, що включає розробку прогресивних конструкцій, визначення раціональних параметрів виготовлення дроту та виробу в цілому, а також створення високоефективного технологічного обладнання.

Основні фундаментальні дослідження, присвячені технології виготовлення сталок канатів з лінійним і точковим дотиком, виконано в